

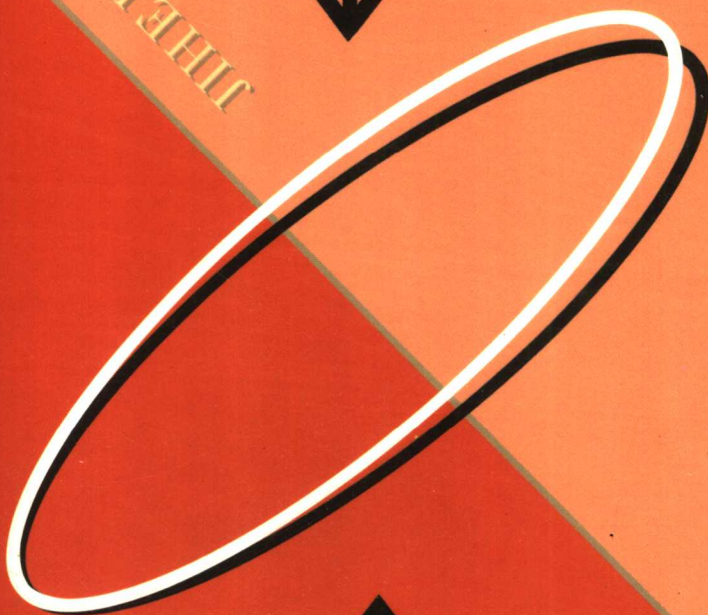
几何量测量不确定度评定

倪育才 编著

CELIANG BUQUEDINGDU

JHEJLIANG

PINGDING



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



几何量测量不确定度评定

倪育才 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

几何量测量不确定度评定/倪育才编著. —北京:中国计量出版社, 2006.3

ISBN 7-5026-2304-3

I. 几… II. 倪… III. 几何量—测量—不确定度—基本知识 IV. TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 012421 号

内 容 提 要

本书介绍了测量不确定度的基本概念以及测量不确定度评定的基本原理和步骤,重点、详细介绍 ISO/TS 14253-2:1999《测量设备校准和产品检验中 GPS 测量的不确定度评定指南》。书中还给出了 6 个几何量测量不确定度评定的实例。

本书可供科研单位、检测/校准机构特别是公司实验室或工厂计量室等从事几何量计量检定、检测/校准、产品检验及质量管理的人员使用,还可供高等院校有关专业师生参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 14 字数 339 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 36.00 元

前言

近几年来,国际标准化组织(ISO)制定并发布了一些与几何量测量不确定度评定有关的技术文件。其中有的已经被国家标准所采用,并已正式宣布实施;有些将要被国家标准或国家计量技术规范所采用。这些文件一般都具有很强的实用性,但至今为止国内还少见这方面的介绍。

本书除了介绍测量不确定度的基本概念以及测量不确定度评定的基本原理和步骤外,还对这些技术文件,特别是 ISO /TS 14253-2:1999《测量设备校准和产品检验中 GPS 测量的不确定度评定指南》作了详细的介绍。本书将依据该评定指南评定测量不确定度的方法称为 ISO 法,因为该文件特别适合于量值传递链中的中、下游区域,即中、低等准确度的测量,因此对于许多基层的几何量测量,例如公司实验室或工厂计量室内的测量,甚至车间加工中的现场测量都是十分有用的。

总的说来,测量不确定度评定的主要依据是国际文件《测量不确定度表示指南》(GUM)和国家计量技术规范 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》,这两个文件的基本内容完全一致,它们适用于所有各个测量领域以及各种测量准确度等级。也就是说,在几何量测量的不确定度评定中,也应该以这两个文件为准。本书中将依据上述两个文件来评定测量不确定度的方法称为 GUM 法。于是在几何量测量领域出现了两个不确定度评定指南,即两种评定方法:GUM 法和 ISO 法。

实际上,GUM 法和 ISO 法的基本原理是相同的,ISO 法只是 GUM 法的一种近似方法。一般说来 GUM 法更严谨一些,而 ISO 法则具有更强的实用性。但在具体评定时,两种方法的评定步骤和具体的数值评估毕竟稍有差别,因此两种方法最后评定得到的不确定度数值一般说来也不完全一样。

在具体进行不确定度评定时,究竟应该采用何种方法,笔者认为应视其对测量准确度的要求而定。JJF 1059—1999 第 1.1 条说得很清楚:“本规范所规定的测量中评定与表示测量不确定度的通用规则,适用于各种准确度等级的测量领域,……”,也就是说 GUM 法可以用于从国家计量标准、国际比对直到具体的产品和工件的测量检验。而 ISO 法一般说来仅适用于工业生产领域中的测量设备校准和产品检验,也就是说适用于量值传递链的中、下游区域,即适用于中、低等准确度的测量。

如果将真值的概念借用到不确定度上,则可以通过“真不确定度”“约定真不确定度”和“近似不确定度”这三个术语来说明两个“指南”(即两种方法)之间的关系。真不确定度 U_A (true uncertainty)的定义是“由完善的不确定度评定所得到的测量不确定度”。从理论上说完善的不确定度评定是不存在的,任何评定都会有或大或小的缺陷,因此与真值一样,真不确定度是不可能得到的。通过评定方法的改进,以及知识的增加和认识水平的提高,可以使评定结果越来越接近真不确定度,但永远不可能得到真不确定度。约定真不确定度 U_C (conventional true uncertainty)也称为 GUM 不确定度,其定义是“完全按照 GUM 所规定的详细程序评定得到的测量不确定度”。也就是说,GUM 法是一种约定的评定测量不确定度的方法,采

用 GUM 法评定得到的不确定度可以看作是“约定真值”。而近似不确定度 U_E (approximated uncertainty) 的定义是“按照简化的迭代法评估得到的测量不确定度”,即采用 ISO 法得到的不确定度是其近似值。最后在实际测量不确定度评定中究竟应采用何种方法要视测量准确度要求而定,当认为两种方法所得到的不确定度之间的差别可以忽略时,则可以采用比较简单的 ISO 法,否则就应采用 GUM 法。

根据笔者的经验,许多从事测量的科技人员对进行测量不确定度评定感到困难的主要原因之一是基本概念模糊不清。究其原因,很大程度上是来自于对某些常用术语的理解不深,有时甚至是理解错误。因此为了便于读者查阅,本书中凡已由有关文件给出明确定义的术语首次出现时,均采用黑体字,并在第一章第二节中给出其定义和出处。此外,文件 ISO/TR 16015:2003 还给出了若干与热效应有关的术语定义,由于这些术语仅在第五章内出现和使用,为了方便读者就近查阅和自成系统,这些术语在第五章内单独列出。

本书还收录了一些几何量测量的不确定度评定实例。其中除实例 A 和实例 F 是笔者自己撰写的外,其余实例均取自一些国际组织给出的范例。读者在应用这些实例时应根据具体的测量仪器和测量条件灵活运用,切忌照搬。

特别要提出的是笔者在过去几年中经常与席德熊、葛楚鑫两位同仁讨论和切磋有关不同领域的测量不确定度评定问题,得益匪浅。书中有些观点是在相互讨论的过程中逐步形成的,笔者在此深表感谢。

几年来,李晓沛女士向笔者提供了许多十分有用的资料,有些问题曾与张恒和吴迅两位同行进行深入的讨论,刘香斌、邹玲丁两位向笔者提供了测温热电偶定度和线纹尺测量不确定度评定的素材,笔者在遇到疑难问题时也经常向李慎安、刘智敏、肖明耀诸位老师求教,在此一并表示感谢。

倪育才
2005 年 12 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 测量不确定度评定和表示的应用范围	(1)
第二节 术语和定义	(3)
第三节 测量误差和测量不确定度的基本概念	(17)
第四节 测量误差和测量不确定度的主要区别	(25)
第五节 测量仪器	(28)
第二章 测量不确定度评定的一般方法——GUM 法	(30)
第一节 随机变量的特征值	(30)
第二节 方差合成定理和测量不确定度的评定步骤	(34)
第三节 测量不确定度来源和建立数学模型	(38)
第四节 输入量估计值的标准不确定度	(46)
第五节 灵敏系数和不确定度分量	(60)
第六节 合成标准不确定度	(61)
第七节 扩展不确定度	(68)
第八节 自由度	(75)
第九节 被测量 y 不同分布时扩展不确定度的表示	(79)
第十节 测量不确定度的报告和表示	(80)
第三章 几何量测量不确定度评定——ISO 法	(82)
第一节 通用符号	(83)
第二节 用迭代 GUM 法评定测量不确定度的基本概念	(84)
第三节 不确定度管理程序——PUMA	(85)
第四节 测量误差和测量不确定度来源	(89)
第五节 不确定度分量、标准不确定度和扩展不确定度的评定方法	(94)
第六节 不确定度的实际评定——PUMA 方法的不确定度概算	(102)
第七节 应用	(105)
第八节 ISO 法和 GUM 法的比较	(108)
第四章 不确定度概算和校准溯源等级设计实例	(111)
第一节 不确定度概算实例——环规校准	(111)
第二节 不确定度概算实例——圆度测量	(116)

第三节	不确定度概算实例——基轴直径测量的校准溯源等级设计·····	(120)
第五章	长度测量中热效应引起的系统误差及其对测量不确定度的贡献 ·····	(141)
第一节	术语和定义·····	(141)
第二节	符号和缩写语·····	(147)
第三节	热效应引起的长度测量不确定度评估的基本程序·····	(149)
第四节	长度测量的温度环境·····	(152)
第五节	热效应引起的长度测量不确定度实例·····	(165)
第六章	工件和测量仪器合格和不合格的判定规则 ·····	(169)
第一节	测量不确定度与合格或不合格判定的关系·····	(170)
第二节	按规范检验合格和不合格的判定规则·····	(172)
第三节	双方对测量不确定度无法达成协议时的处理程序·····	(176)
第七章	测量不确定度评定实例 ·····	(180)
实例 A	用改装的柯氏干涉仪测量标称长度 100 mm 的量块 ·····	(180)
实例 B	标称长度 50 mm 量块的校准(比较测量,方法 1) (根据 GUM 的不确定度评估程序评定) ·····	(187)
实例 C	标称长度 50 mm 量块的校准(比较测量,方法 2) (根据欧洲认可合作组织提供的实例改写) ·····	(192)
实例 D	游标卡尺的校准 (根据欧洲认可合作组织提供的实例改写) ·····	(198)
实例 E	标称直径 90 mm 环规的校准 (根据欧洲认可合作组织提供的实例改写) ·····	(202)
实例 F	用激光比长仪测量 280 mm 石英玻璃线纹尺 ·····	(209)
参考文献	·····	(218)

第一章 概 述

第一节 测量不确定度评定和表示的应用范围

国家计量技术规范 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》规定了**测量不确定度**的评定与表示的通用规则,它对于科学研究、工程技术以及商贸中大量存在的**测量结果**的处理和表示,均具有适用性。因此,可以说它适用于各种**准确度等级**的所有**测量领域**,而并不仅限于**计量领域**中的**检定、校准和检测**。与几何量测量领域有关的主要应用列举如下:

- (1) 建立**国家基准、计量标准**及其国际比对;
- (2) **测量方法**、**检定规程**、**检定系统**和**校准规范**等;
- (3) 科学研究和工程领域的**测量**;
- (4) **计量认证**、**计量确认**、**质量认证**以及**实验室认可**;
- (5) 测量仪器的**校准和检定**;
- (6) 生产过程的质量保证以及产品的**检验和测试**。

JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》主要涉及有明确定义的,并可用惟一值表征的**被测量**估计值的不确定度。

具体地说,测量不确定度评定可以应用于各种不同的场合,例如:

1. 特定测量结果的不确定度评定

这是测量不确定度评定最基本的应用。由于测量已经完成,测量结果也已经得到,因此在这种情况下**测量对象**、**测量仪器**、**测量方法**、**测量条件**以及**测量人员**等都是已经确定而不能改变的。如果对同一测量对象,用同样的方法和设备,并由相同的人员重新进行测量,则不仅测量结果可能会稍有不同,其测量不确定度也可能会受测量条件改变的影响而变化。这时评定得到的测量不确定度是该特定测量结果的不确定度。

2. 常规测量的不确定度评定

在实际工作中,有许多测量是常规性的,例如**实物量具**和测量仪器的**检定和校准**,加工车间对工件的**检验**等。对于这类测量,测量仪器、测量方法和**测量程序**均是固定不变的。所有的测量对象都是类似的,并且满足一定要求。测量人员可以不同,但均是经过培训的合格人员。同时测量过程是在由诸如**检定规程**、**校准规范**、**国际标准**、**国家标准**或**部门标准**等技术文件所规定的**重复性条件**下进行的。一般说来,当测量条件改变时,也会影响到测量结果的不确定度。但由于测量条件已被限制在一定的范围内,只要满足这一规定的条件,其测量不确定度就能满足规定的要求。对于这类常规测量,进行测量不确定度评定时应假设其环境条件可以在符合上述技术文件规定的合格条件下变化,这样评定得到的测量不确定度是在规定条件下可能得到的最大不确定度。也就是说,在实际的测量中只要测量条件满足要求,测量不确定度肯定不会大于此值。通常就将此不确定度提供给用户,这样做的好处是不必对每一个测量结果

单独评定其不确定度,除非用户对测量不确定度另有更高的要求。注意,这时评定得到的测量不确定度并不是该实验室所能达到的最小不确定度。它不同于实验室的**校准测量能力**。

在建立计量标准时,JJF 1033—2001《计量标准考核规范》规定,应在《计量标准技术报告》中给出这一不确定度。

3. 评定实验室的校准测量能力

校准测量能力(calibration measurement capability)也称为最佳测量能力(best measurement capability,常简称为BMC)。其定义为:“通常提供给用户的最高校准测量水平,它用包含因子 $k=2$ 的扩展不确定度表示”。校准测量能力是实验室对于特定的**测量任务**可能达到的最小不确定度。也就是说,它是当使用实验室中当前可能得到的最好**测量设备**,在可能达到的最佳测量条件下,对于性能最好的测量对象所得到的测量不确定度。或者说,它是当**不确定度概算**中所有的**不确定度分量**都达到可能的最小值时,实验室得到的测量不确定度。有时也用**合成标准不确定度** $u_{c,min}$ 表示对于该测量任务的校准测量能力。因此,校准测量能力表示实验室可能达到的最高水平。但并不表示实验室在常规的校准中均能达到这一水平,也不表示对任何测量对象都能达到这一测量水平。在实验室认可工作中,要求对实验室申报的最佳测量能力进行认可。

4. 测量过程的设计和开发

在实际测量工作中,经常会遇到测量过程的设计和开发问题。此时主要的测量设备往往已经确定,而且已经规定了要求达到的测量不确定度。通过**不确定度管理程序**,采用迭代法(也称逐步逼近法,参见本书第三章)通过反复调节测量方法、测量程序和测量条件等,对测量不确定度进行反复评定,可以得到不仅满足所要求的测量不确定度,并且在经济上也是比较合理的测量程序和至少应满足的测量条件。

也可以通过不确定度管理程序,确定所用的测量设备是否能满足要求。

5. 两个或多个测量结果的比较

在常规的实验室测量中,为了避免可能产生的粗大误差,往往需要对同一个测量对象进行两次或更多次的重复测量。并根据这些测量结果之间差别的大小,来判别是否可能存在粗大误差。这就需要对同一测量对象的两个或多个测量结果进行比较,而其判断的标准,将与测量不确定度有关。或者说,应通过测量不确定度的评定来确定判断的标准。

在实验室认可工作中,要求通过能力验证来评价实验室的测量能力,而能力验证的内容之一就是进行不同实验室之间的比对。在两个或多个实验室间进行比对时,需要判定每个实验室得到的测量结果是否处于合理范围内,这时的判断标准将与实验室所声称的测量不确定度有关。

6. 工件或测量仪器的合格判定

在生产和测量领域,经常需要通过测量来判定工件或产品是否符合技术指标(也称为规范)的要求,计量部门在检定量具或测量仪器时,经常要判定被检的量具或测量仪器是否合格,即它们的示值误差是否符合所规定的最大允许误差(即允许误差限)。在生产领域,经常要检验工件是否符合技术图纸上所标明的公差要求。在商贸领域,经常会遇到交付产品的验收检验问题,即判定交付的产品是否符合合同或有关技术文件的规定。在这类合格判定中,其合格或不合格的判据除与所规定的技术指标有关外,也还与测量不确定度有关。

在上述各种不同的应用中,测量不确定度评定的基本原理都是相同的。但由于不同的目

的和不同的应用场合,具体的评定方法和步骤均稍有差异。因此,虽然 GUM 和 JJF 1059—1999 已经详细规定了测量不确定度的评定方法和步骤,但在具体进行测量不确定度评定时,其方法却是相当灵活的。

第二节 术语和定义

本节给出本书中采用的有关术语的定义,这些定义都是在各种国际或国内文件中明确给出的。未标明出处的术语均取自于 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》。源于其他文件的术语则给出其出处。

此外本书第五章在讨论热效应对长度测量和测量不确定度的影响时,采用了大量与热膨胀有关的术语。由于这些术语基本上仅在该章内使用,并且为了自成系统和方便读者就近查阅,这部分术语的定义将在第五章中给出。

1. [可测量的]量 [measurable] quantity

现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。

注:

- (1) 术语“量”可指一般意义的量或特定量。一般意义的量如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量浓度;特定量如某根棒的长度,某根导线的电阻,某份酒样中乙醇的浓度。
- (2) 可相互比较并按大小排序的量称为同种量。若干同种量合在一起可以称之为同类量,如功、热、能;厚度、周长、波长。

2. 量纲 dimension of a quantity

以给定量制中基本量的幂的乘积表示某量的表达式。

例:若国际单位制中 7 个基本量的量纲分别用 L、M、T、I、Θ、N 和 J 表示,则某量 A 的量纲表达式为 $\dim A = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\epsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$ 。如力的量纲 $\dim F = LMT^{-2}$,电阻的量纲 $\dim R = L^2MT^{-3}I^{-2}$ 。

3. 量纲一的量 quantity of dimension one

无量纲量 dimensionless quantity

在量纲表达式中,其基本量量纲的全部指数均为零的量。

例:线应变、摩擦因数、马赫数、折射率、摩尔分数(物质的量分数)、质量分数。

注:在国际单位制中,任何量纲一的量其一贯单位都是一,符号是 1。

4. [测量]单位 unit [of measurement]

[计量]单位

为定量表示同种量的大小而约定地定义和采用的特定量。

注:

- (1) 测量单位具有约定地赋予的名称和符号。
- (2) 同量纲量(不一定是同种量)的单位可有相同的名称和符号。

5. [测量]单位制 system of units [of measurement]

[计量]单位制

为给定量制按给定规则确定的一组基本单位和导出单位。

- 例: a) 国际单位制;
b) CGS 单位制。

6. 国际单位制 International System of Units (SI)

由国际计量大会(CGPM)采纳和推荐的一种一贯单位制。

注:

- (1) SI 是国际单位制的通用符号;
(2) 目前,国际单位制基于下列七个基本单位:

量	SI 基 本 单 位	
	名 称	符 号
长 度	米	m
质 量	千克(公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

7. 量值 value of a quantity

一般由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。

例: 5.34 m 或 534 cm, 15 kg, 10 s, -40 °C。

注: 对于不能由一个数乘以测量单位所表示的量, 可以参照约定参考标尺, 或参照测量程序, 或两者都参照的方式表示。

8. [量的]真值 true value [of a quantity]

与给定的特定量定义一致的值。

注:

- (1) 量的真值只有通过完善的测量才有可能获得。
(2) 真值按其本性是不确定的。
(3) 与给定的特定量定义一致的值不一定只有一个。

9. [量的]约定真值 conventional true value [of a quantity]

对于给定目的具有适当不确定度的、赋予特定量的值, 有时该值是约定采用的。

例: a) 在给定地点, 取由参考标准复现而赋予该量的值作为约定真值。

b) 常数委员会(CODATA)1986 年推荐的阿伏加得罗常数值 $6.022\ 136\ 7 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$ 。

注:

- (1) 约定真值有时称为指定值、最佳估计值、约定值或参考值。
(2) 常常用某量的多次测量结果来确定约定真值。

10. 测量 measurement

以确定量值为目的的一组操作。

注:

- (1) 操作可以是自动进行的。

(2) 测量有时也称为计量。

11. 计量 metrology

实现单位统一、量值准确可靠的活动。

12. 测量原理 principle of measurement

测量的科学基础。

例:a) 应用于温度测量的热电效应;

b) 应用于电位差测量的约瑟夫森效应;

c) 应用于速度测量的多普勒效应;

d) 应用于分子振动波数测量的喇曼效应。

13. 测量方法 method of measurement

进行测量时所用的,按类别叙述的一组操作逻辑次序。

注:测量方法可按不同方式分类,如替代法、微差法、零位法。

14. 测量程序 measurement procedure

进行特定测量所用的,根据给定的测量方法具体叙述的一组操作。

注:测量程序(有时被称为测量方法)通常记录在文件中,并且足够详细,以使操作者在进行测量时不需要再补充资料。

15. 被测量 measurand

作为测量对象的特定量。

例:给定的水样品在 20 °C 时的蒸汽压力。

注:对被测量的详细描述,可要求包括对其他有关量(如时间、温度和压力)作出说明。

16. 影响量 influence quantity

不是被测量但对测量结果有影响的量。

例:a) 用来测量长度的千分尺温度;

b) 交流电位差幅值测量中的频率;

c) 测量人体血液样品血红蛋白浓度时的胆红素的浓度。

17. 测量结果 result of a measurement

由测量所得到的赋予被测量的值。

注:

(1) 在给出测量结果时,应说明它是示值、未修正测量结果或已修正测量结果,还应表明它是否为几个值的平均。

(2) 在测量结果的完整表述中应包括测量不确定度,必要时还应说明有关影响量的取值范围。

18. [测量仪器的]示值 indication[of a measuring instrument]

测量仪器所给出的量的值。

注:

(1) 由显示器读出的值可称为直接示值,将它乘以仪器常数即为示值。

(2) 这个量可以是被测量、测量信号或用于计算被测量之值的其他量。

(3) 对于实物量具,示值就是它所标出的值。

19. 未修正结果 uncorrected result

系统误差修正前的测量结果。

20. 已修正结果 corrected result

系统误差修正后的测量结果。

21. 测量准确度 accuracy of measurement

测量结果与被测量真值之间的一致程度。

注：

(1) 不要用术语精密度代替准确度。

(2) 准确度是一个定性的概念。

22. [测量结果的]重复性 repeatability [of results of measurements]

在相同条件下,对同一被测量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

注：

(1) 这些条件称为重复性条件。

(2) 重复性条件包括：

相同的测量程序；

相同的观测者；

在相同的条件下使用相同的仪器；

相同地点；

在短时间内重复测量。

(3) 重复性可以用测量结果的分散性定量地表示。

23. [测量结果的]复现性 reproducibility [of results of measurements]

在改变了的测量条件下,同一被测量的测量结果之间的一致性。

注：

(1) 在给出复现性时,应有效地说明改变条件的详细情况。

(2) 改变条件可包括：

测量原理；

测量方法；

观测者；

测量仪器；

参考测量标准；

地点；

使用条件；

时间。

(3) 复现性可用测量结果的分散性定量地表示。

(4) 测量结果在这里通常理解为已修正结果。

24. 实验标准[偏]差 experimental standard deviation

对同一被测量作 n 次测量,表征测量结果分散性的量 s 可按下式算出：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

式中: x_i ——第 i 次测量的结果;

$\bar{x}$ ——所考虑的 n 次测量结果的算术平均值。

注:

- (1) 当将 n 个值视作分布的取样时, $\bar{x}$ 为该分布的期望的无偏差估计, s^2 为该分布的方差 σ^2 的无偏差估计。
- (2) $\frac{s}{\sqrt{n}}$ 为 $\bar{x}$ 分布的标准偏差的估计, 称为平均值的实验标准偏差。
- (3) 将平均值的实验标准偏差称为平均值标准误差是不准确的。

25. 测量不确定度 uncertainty of measurement

表征合理地赋予被测量之值的分散性, 与测量结果相联系的参数。

注:

- (1) 此参数可以是诸如标准偏差或其倍数, 或说明了置信水准的区间的半宽度。
- (2) 测量不确定度由多个分量组成。其中一些分量可用测量列结果的统计分布估算, 并用实验标准偏差表征。另一些分量则可用基于经验或其他信息的假定概率分布估算, 也可用标准偏差表征。
- (3) 测量结果应理解为被测量之值的最佳估计, 而所有的不确定度分量均贡献给了分散性, 包括那些由系统效应引起的(如, 与修正值和参考测量标准有关的)分量。

26. 标准不确定度 standard uncertainty

以标准偏差表示的测量不确定度。

27. 不确定度的 A 类评定 type A evaluation of uncertainty

用对观测列进行统计分析的方法, 来评定标准不确定度。

注: 不确定度的 A 类评定, 有时也称为 A 类不确定度评定。

28. 不确定度的 B 类评定 type B evaluation of uncertainty

用不同于对观测列进行统计分析的方法, 来评定标准不确定度。

注: 不确定度的 B 类评定, 有时也称为 B 类不确定度评定。

29. 合成标准不确定度 combined standard uncertainty

当测量结果是由若干个其他量的值求得时, 按其他各量的方差和协方差算得的标准不确定度。

30. 扩展不确定度 expanded uncertainty

确定测量结果区间的量, 合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于此区间。

注: 扩展不确定度有时也称为展伸不确定度或范围不确定度^①。

31. 包含因子 coverage factor

为求得扩展不确定度, 对合成标准不确定度所乘之数字因子。

注:

- (1) 包含因子等于扩展不确定度与合成标准不确定度之比。
- (2) 包含因子有时也称覆盖因子。

^① 总是用大写字母 U 表示扩展不确定度——编者注。

32. [测量]误差 error [of measurement]

测量结果减去被测量的真值。

注:

由于真值不能确定,实际上用的是约定真值。

当有必要与相对误差相区别时,此术语有时称为测量的绝对误差。注意不要与误差的绝对值相混淆,后者为误差的模。

33. 偏差 deviation

一个值减去其参考值。

34. 相对误差 relative error

测量误差除以被测量的真值。

注:由于真值不能确定,实际上用的是约定真值。

35. 随机误差 random error

测量结果与在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差。

注:

(1) 随机误差等于误差减去系统误差。

(2) 因为测量只能进行有限次数,故可能确定的只是随机误差的估计值。

36. 系统误差 systematic error

在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值之差。

注:

(1) 如真值一样,系统误差及其原因不能完全获知。

(2) 对测量仪器而言,其系统误差也称为测量仪器的偏移。

37. 修正值 correction

用代数方法与未修正测量结果相加,以补偿其系统误差的值。

注:

(1) 修正值等于负的系统误差。

(2) 由于系统误差不能完全获知,因此这种补偿并不完全。

38. 修正因子 correction factor

为补偿系统误差而与未修正测量结果相乘的数字因子。

注:由于系统误差不能完全获知,因此这种补偿并不完全。

39. 测量仪器 measuring instrument

计量器具

单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。

40. 实物量具 material measure

使用时以固定形态复现或提供给定量的一个或多个已知值的器具。

例:a) 砝码;

b) (单值或多值、带或不带标尺的)量器;

c) 标准电阻;

d) 量块;

e) 标准信号发生器;

f) 参考物质。

注:这里的给定量亦称为供给量。

41. 测量传感器 measuring transducer

提供与输入量有确定关系的输出量的器件。

例:a) 热电偶;

b) 电流互感器;

c) 应变计;

d) pH 电极。

42. 测量设备 measuring equipment

测量仪器、测量标准、参考物质、辅助设备以及进行测量所必须的资料的总称。

43. [测量仪器的]调整 adjustment [of a measuring instrument]

使测量仪器进入适于使用状态的操作。

注:调整可以是自动的、半自动的或手动的。

44. 量程 span

标称范围两极限之差的模。

例:对从 -10 V ~ $+10\text{ V}$ 的标称范围,其量程为 20 V 。

注:有些知识领域中,最大值和最小值之差称为范围。

45. 标称值 nominal value

测量仪器上表明其特性或指导其使用的量值,该值为圆整值或近似值。

例:a) 标在标准电阻上的量值: $100\ \Omega$;

b) 标在单刻度量杯上的量值: 1 L 。

46. 灵敏度 sensitivity

测量仪器响应的变化除以对应的激励变化。

注:灵敏度可能与激励值有关。

47. 鉴别力[阈]discrimination [threshold]

使测量仪器产生未察觉的响应变化的最大激励变化,这种激励变化应缓慢而单调地进行。

注:鉴别力阈可能与例如噪声(内部的或外部的)或摩擦有关,也可能与激励值有关。

48. [显示装置的]分辨力 resolution [of a displaying device]

显示装置能有效辨别的最小示值差。

注:

(1) 对于数字式显示装置,这就是当变化一个末位有效数字时其示值的变化。

(2) 此概念亦适用于记录式装置。

49. 死区 dead band

不致引起测量仪器响应发生变化的激励双向变动的最大区间。

注:

(1) 死区可能与变化的速率有关。

(2) 死区有时故意地做大些,以防止激励的小变化引起响应变化。

50. 稳定性 stability

测量仪器保持其计量特性随时间恒定的能力。

注：

(1) 若稳定性不是对时间,而是对其他量而言,则应该明确说明。

(2) 稳定性可以用几种方式定量表示,例如:

用计量特性变化某个规定的量所经过的时间;

用计量特性经规定的时间所发生的变化。

51. 漂移 drift

测量仪器计量特性的慢变化。

52. 测量仪器的准确度 accuracy of a measuring instrument

测量仪器给出接近于真值的响应能力。

注:准确度是定性的概念

53. 准确度等级 accuracy class

符合一定的计量要求,使误差保持在规定极限以内的测量仪器的等别、级别。

注:准确度等级通常按约定注以数字或符号,并称为等级指标。

54. 测量仪器的[示值]误差 error[of indication] of a measuring instrument

测量仪器示值与对应输入量的真值之差。

注：

(1) 由于真值不能确定,实际上用的是约定真值。

(2) 此概念主要应用于与参考标准相比较的仪器。

(3) 就实物量具而言,示值就是赋予它的值。

55. [测量仪器的]最大允许误差 maximum permissible errors [of a measuring instrument]

对给定的测量仪器,规范、规程等所允许的误差极限值。

注:有时也称测量仪器的允许误差限。

56. [测量仪器的]重复性 repeatability [of a measuring instrument]

在相同测量条件下,重复测量同一个被测量,测量仪器提供相近示值的能力。

注：

(1) 这些条件包括:

相同的测量程序;

相同的观测者;

在相同条件下使用相同的测量设备;

在相同地点;

在短时间内重复。

(2) 重复性可用示值的分散性定量地表示。

57. [测量仪器的]引用误差 fiducial error [of a measuring instrument]

测量仪器的误差除以仪器的特定值。

注:该特定值一般称为引用值,例如,可以是测量仪器的量程或标称范围的上限。

58. [测量]标准, [measurement] standard, etalon

[计量]基准、标准

为了定义、实现、保存或复现量的单位或一个或多个量值,用作参考的实物量具、测量仪